

**EFECTOS AGUDOS EN LA TENSIÓN ARTERIAL Y AUMENTOS DEL  
CONSUMO DE OXIGENO POSTERIOR A ESFUERZOS EN  
DIFERENTES EJERCICIOS AEROBICOS**

**Autor(es)**

**JAVIER ANDRÉS BENAVIDES ESPINOSA  
RUBEN CAMILO MALDONADO PEÑA**

**Investigador principal:**

**Lic. JHON JAIRO AMAYA TIBAQUE**

**Asesor(es):**

**Esp. JORGE LEONARDO RODRIGUEZ MORA**

**Dr. OSCAR ADOLFO NIÑO MENDEZ**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN**

**Centro de Investigación en Actividad Física, Ejercicio y Deporte (CAFED)**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

**FUSAGASUGA 2019**

## **RESUMEN DEL PROYECTO:**

El principal objetivo de este proyecto es valorar los efectos agudos en la tensión arterial y consumo de oxígeno posterior al esfuerzo a través del análisis de diferentes tipos de ejercicios de predominancia aeróbica en personas normotensas y sanas, que viven a 1740 metros sobre el nivel del mar, el estudio fue realizado en el laboratorio de fisiología del ejercicio de la Universidad de Cundinamarca en la sede de Fusagasugá. Inicialmente se establecieron los mecanismos más adecuados para determinar la tensión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, kilocalorías y VO<sub>2</sub> máximo; las medidas de los parámetros ventilatorios para determinar el VO<sub>2</sub>máx se realizó en un cicloergómetro Monark 839E y con un Ergoespirómetro Metamax 3B-R Cortex, Se realizó una monitorización antes durante y después de diferentes tipos de ejercicios físicos agudos de predominancia aeróbica, finalmente y posterior a la aplicación de los protocolos necesarios, se realizó un análisis estadístico descriptivo, estableciendo las posibles diferencias estadísticas significativas con los datos.

## **ABSTRACT**

The main object of this paper is to assess the acute effects of the blood pressure and oxygen consumption on post-exercise workout through the analysis of different kinds of exercises of aerobic predominance on people normotensive and healthy, which live over 1740 metres above sea level, the study was performed in the physiological laboratory of the Universidad de Cundinamarca

in Fusagasugá. At first were settled down the better ways to measure blood pressure, heart rate, oxygen saturation, kilocalories and VO<sub>2</sub> máx; the measures of the ventilatory parameters to establish the VO<sub>2</sub> max were made by a cycle ergometer Monark 839E and a Ergospirometer Metamax 3B-R Cortex. The measures were taken before, during, and after the different kind of acute physical aerobic exercises, finally, after the necessary protocols it was performed the descriptive statistical analysis, the possible differences between the data

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

A pesar de las investigaciones actuales sobre tensión arterial y las repercusiones del ejercicio aeróbico, son pocas las investigaciones que se planteen determinar en un solo proyecto los efectos sobre la tensión arterial del ejercicio agudo y consumo de oxígeno posterior al esfuerzo de predominancia aeróbica. Por tal motivo nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos agudos sobre la tensión arterial y consumo de oxígeno posteriores a diferentes estímulos físicos aeróbicos en personas normotensas y sanas en moderada altitud?

## **OBJETIVO GENERAL**

Valorar los efectos agudos en la tensión arterial y en el consumo de oxígeno posterior al esfuerzo después de realizar diferentes tipos de ejercicios de predominancia aeróbica, en personas normotensas, activas y sanas.

## **ESPECIFICOS**

- Definir los mecanismos más adecuados para monitorizar la tensión arterial y el consumo de oxígeno, antes, durante y después de diferentes tipos de ejercicios.
- Determinar el rendimiento cardiorrespiratorio a través de una prueba de esfuerzo de predominancia aeróbica hasta el agotamiento.
- Realizar en diferentes momentos ejercicios aeróbicos a intensidades entre el 50, 55 y 60% de la capacidad máxima de cada sujeto.
- Recopilar la información obtenida en las diferentes monitorizaciones de ejercicio físico.
- Analizar y comparar los datos obtenidos mediante una estadística descriptiva

## **PROCESO METODOLOGICO:**

Este proyecto se desarrolló en el laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Universidad de Cundinamarca. Con un número significativo de estudiantes (15) de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Educación Física Recreación y Deporte, con edades comprendidas entre 20 en 25.

Inicialmente, a todos los sujetos se les explico los diferentes tipos de ejercicios que realizarían en el transcurso del proyecto, firmaron un consentimiento informado y el formato de tratamiento de datos.

Seguido a esto cada sujeto se dirigió al baño a vaciar su vejiga para después realizarle la toma de datos antropométricos los cuales fueron tomados utilización utilizando una bascula marca OMRON, la cual nos arroja los datos de bioimpedancia (IMC, porcentaje de grasa corporal, porcentaje muscular, grasa visceral).

Posteriormente, se le coloca la máscara que va conectada con el sensor de flujo y la línea de muestra que toman los parámetros ventilatorios; La banda y el sensor, para monitorear la frecuencia cardiaca y kilocalorías, permanecen 10 minutos sentado en posición cómoda sin hablar ni hacer movimientos que puedan alterar los valores, terminado este tiempo se tomaran los datos en reposo y se pasara al sujeto al cicloergómetro para realizar la prueba correspondiente, durante las pruebas y una hora después de haberlas terminado, se hará seguimiento a la tensión arterial sistólica, diastólica, así como la frecuencia cardiaca, kilocalorías, saturación de oxígeno, consumo de oxígeno por kilogramo / minuto, ventilación

de litros de aire por minuto, litros de aire que necesita para eliminar un litro de CO<sub>2</sub>, litros de aire sobre litros de oxígeno, cociente respiratorio es la relación entre el consumo de oxígeno y la producción de CO<sub>2</sub> y frecuencia respiratoria.

Se les aplico primero un test aeróbico incremental en cicloergómetro, con análisis de parámetros ventilatorios, hasta el agotamiento, se determinó el rendimiento cardiorrespiratorio a través del consumo máximo de oxígeno y los vatios máximos alcanzados. Seguido a esto, se determinó en cada sujeto las diferentes intensidades submaximas al 50%, 55% y 60% mediante un proceso de randomización para establecer el orden de presentación de dichas pruebas para cada sujeto.

Protocolo de la prueba de esfuerzo incremental en cicloergómetro hasta el agotamiento.

Se procederá a colocarle la máscara para tomar los parámetros ventilatorios, las bandas y sensor del pulsímetro El sujeto permanecerá 10 minutos sentado en posición cómoda, al finalizar los 10 minutos se tomarán los parámetros ventilatorios, la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, escala de Borg, tensión arterias y kilocalorías, posteriormente se sube al cicloergómetro. Inicia la prueba con una carga de 20 vatios y cada minuto tendrá un incremento de 20 vatios hasta su agotamiento físico, durante la prueba se hace seguimiento en cada minuto de los parámetros ventilatorios, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y escala de Borg, la tensión arterial se toma cada 5 minutos y al finalizar, las kilocalorías se tomaran al finalizar la prueba, una vez termina se seguirá tomando

todos los datos cada minuto exceptuando la tensión y kilocalorías que se tomaran cada 5 y 10 minutos respectivamente hasta completar una hora.

Realizaran tres pruebas randomizadas en los porcentajes de 50,55 y 60% del 100% de vatios alcanzados en la prueba de esfuerzo realizada de cada sujeto, esta prueba tendrá una duración de 40 minutos al porcentaje establecido, donde se hará una toma de datos cada 10 minutos, los primeros sentado en completo reposo, seguido a esto durante la prueba y una hora después de haber terminado, de los parámetros ventilatorios, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, escala de Borg, tensión arterial y kilocalorías.

A partir de los datos obtenidos se realizó la tabulación para su análisis Estadístico; para la tensión arterial sistólica, kilocalorías y el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) en las cuatro pruebas realizadas, posteriormente se determinó las diferencias significativas entre las diferentes variables.

## **RESULTADOS:**

Para la tabulación de las siguientes tablas se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos como se mencionó anteriormente y a partir de ellos se halló la correspondiente desviación estándar y la media de los 15 sujetos estudiados, luego se infiere de forma cualitativa mediante los valores reflejados a través de estas tablas; Posteriormente se grafican los valores para la tensión arterial sistólica, el gasto calórico y el consumo de oxígeno de las cuatro pruebas realizadas, haciendo una comparación del comportamiento sufrido por dichos valores durante el tiempo total de la prueba (reposo, ejercicio y recuperación). A partir de esto se dieron las recomendaciones y conclusiones.

<b>Tabla 1. Parámetros Básicos</b>												
	Edad			Estatura			Peso			IMC		
	(Años)			(cm)			(kg)			(kg/m <sup>2</sup> )		
	Media	±	DE	Media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE
<b>Grupo (n=15)</b>	22,9	±	1,44	167,4	±	6,00	64,0	±	7,15	22,8	±	2,14
<b>Se presentan los datos en media y desviación estándar en los parámetros básicos.</b>												

En la primera tabla se puede identificar la homogeneidad del grupo estudiado en los siguientes parámetros, edad, estatura, peso e IMC; esto se puede verificar en el bajo valor obtenido de la desviación estándar (DE), además de ser algo importante y de mayor soporte para la veracidad de los datos obtenidos durante la investigación.

Podemos inferir que el promedio de edad del grupo estudiado se encuentra en 22,9 años con una estatura de 167,4 cm, un peso de 64,0 Kg y con un Índice de masa corporal (IMC) de 22,8 KG/m<sup>2</sup>

<b>Tabla 2. Datos Antropométricos y de Rendimiento Cardiorrespiratorio en Prueba de esfuerzo</b>																		
	Masa Grasa			Masa Muscular			Grasa Visceral			VO <sub>2</sub> máx			Vatios			FC		
	(%)			(%)			(%)			(ml/kg/min)			lat/min					
	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE
<b>Grupo (n=15)</b>	17,5	±	4,58	42,3	±	2,48	5,1	±	2,13	50,0	±	5,9	234,7	±	24,5	185,9	±	7,9
<b>Se presentan los datos en media y desviación estándar en los datos antropométricos y en el rendimiento cardiorrespiratorio en la prueba de esfuerzo</b>																		

A partir de esta tabla se establecen los valores medios presentados en el grupo en los parámetros antropométricos y el rendimiento cardiorrespiratorio en la prueba de esfuerzo, donde se refleja además una baja desviación estándar corroborando la homogeneidad grupal; Se presenta una media para el porcentaje de grasa corporal de 17,5, un porcentaje de masa muscular media de 42,3, para el porcentaje de grasa visceral media de 5,1 todos estos son valores considerados normales para la edad media según la organización mundial de la salud; En cuanto a los datos de rendimiento el VO<sub>2</sub>max tiene una media de 50,0, el porcentaje medio de vatios alcanzados por el grupo fue de 234,7 y finalmente para la frecuencia cardiaca (FC) máxima una media de 185,9 latidos por minuto, que según parámetros establecidos en diferentes artículos estos valores son considerados buenos para la edad media.

**Tabla 3. Comportamiento de la Tensión Arterial Sistólica y Gasto Calórico en Diferentes Momentos y Diferentes Ejercicios.**

	Ejercicio Aeróbico Incremental									Ejercicio al 50% de la Carga								
	TAS			Gasto Calórico			VO2			TAS			Gasto Calórico			VO2		
	(mmHg)			(kilocalorías)			ml/kg/min			(mmHg)			(kilocalorías)			ml/kg/min		
	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE	media	±	DE
<b>Reposo</b>	115,3	±	9,20	14,5	±	5,30	4,53	±	0,64	106,6	±	6,90	15,6	±	3,98	4,50	±	0,71
<b>Máximo</b>	154,8	±	15,7	110,2	±	18,7	50,0	±	5,87	142,4	±	9,80	116,2	±	16,5	33,3	±	3,10
<b>Descanso 10 min</b>	116,1	±	9,30	56,8	±	21,60	8,00	±	0,80	110,9	±	11,0	50,9	±	13,3	6,20	±	1,40
<b>Descanso 20 min</b>	108,8	±	13,5	36,0	±	12,3	6,40	±	1,50	104,4	±	9,60	28,8	±	10,3	5,70	±	1,20
<b>Descanso 30 min</b>	104,3	±	10,3	28,4	±	11,1	5,50	±	1,10	104,6	±	9,50	21,7	±	3,60	5,00	±	0,50
<b>Descanso 40 min</b>	103,1	±	9,70	24,1	±	6,90	5,50	±	0,60	104,3	±	8,70	19,8	±	2,10	4,80	±	0,70
<b>Descanso 50 min</b>	103,5	±	6,40	19,2	±	4,50	4,80	±	0,90	104,4	±	11,0	18,8	±	1,90	4,70	±	0,70
<b>Descanso 60 min</b>	105,6	±	7,70	16,9	±	4,00	4,70	±	1,10	104,4	±	6,30	17,8	±	2,60	4,20	±	0,80

La tabla 3 nos indica el comportamiento para la tensión arterial sistólica, consumo de oxígeno y el gasto calórico en la prueba de ejercicio aeróbico incremental y la prueba al 50% de la carga máxima alcanzada en la primera prueba. A partir de estos datos se puede establecer que para la tensión arterial sistólica se produce un efecto hipotensor durante la etapa de recuperación el cual se mantiene los

valores mas bajos que en la toma de reposo, En cuanto al gasto calórico se puede observar que se sigue quemando un alto porcentaje de kilocalorías durante la etapa de recuperación, reflejando hasta en la última toma (minuto 60 de recuperación) el cual se mantiene aún más alto que el gasto calórico empleado durante los primeros diez minutos de reposo. Y finalmente el consumo de Oxígeno refleja un mismo comportamiento, siendo aun mas alto el VO<sub>2</sub> consumido por los sujetos de prueba durante la etapa final que durante los diez minutos de reposo.

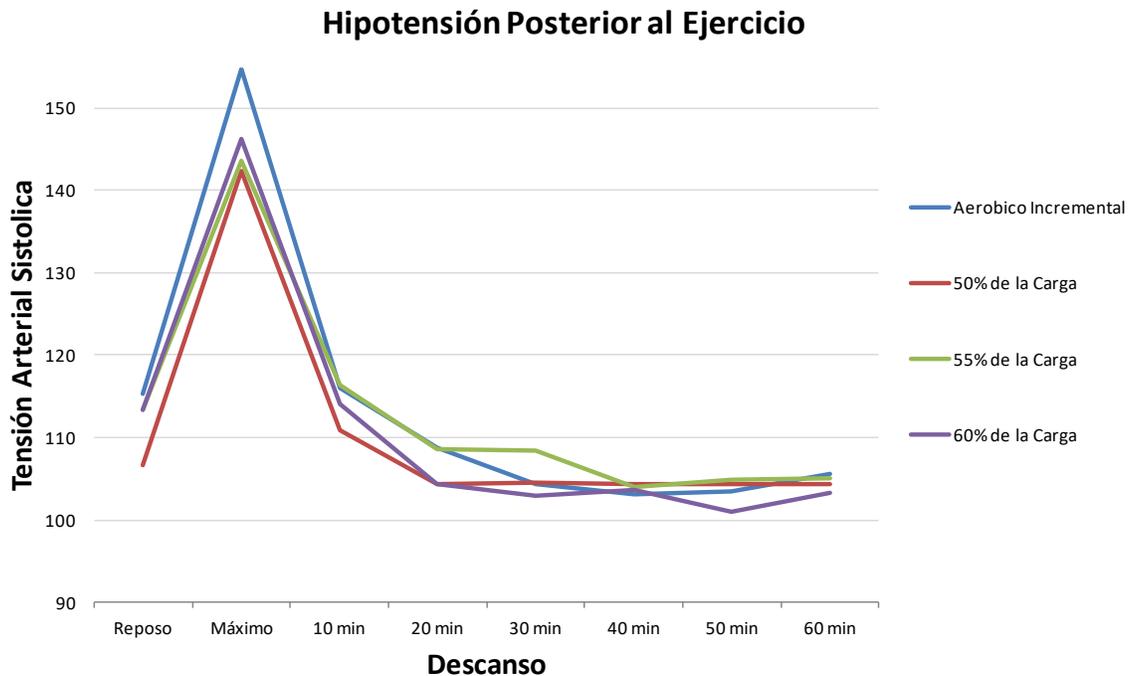
**Tabla 4. Comportamiento de la Tensión Arterial Sistólica y Gasto Calórico en Diferentes Momentos y Diferentes Ejercicios.**

	Ejercicio al 55% de la Carga									Ejercicio al 60% de la Carga								
	TAS			Gasto Calórico			VO2			TAS			Gasto Calórico			VO2		
	(mmHg)			(kilocalorías)			ml/kg/min			(mmHg)			(kilocalorías)			ml/kg/min		
	media	±	DE	Media	±	DE	Media	±	DE	media	±	DE	medi	±	DE	medi	±	DE
<b>Reposo</b>	113,3	±	9,60	14,2	±	2,80	4,60	±	0,50	113,3	±	7,80	14,9	±	3,80	4,60	±	0,80
<b>Máximo</b>	143,6	±	10,5	125,7	±	24,4	35,6	±	3,30	146,3	±	10,0	133,2	±	21,8	38,3	±	3,80
<b>Descanso 10 min</b>	116,4	±	9,50	54,7	±	18,0	7,20	±	1,30	114,1	±	10,6	59,7	±	14,8	6,70	±	1,00
<b>Descanso 20 min</b>	108,6	±	5,10	29,0	±	12,1	5,60	±	1,10	104,3	±	9,50	35,9	±	13,8	5,70	±	1,00
<b>Descanso 30 min</b>	108,4	±	8,70	23,1	±	6,70	5,00	±	0,70	103,0	±	9,00	26,4	±	10,2	5,30	±	0,90
<b>Descanso 40 min</b>	103,9	±	7,90	20,1	±	5,10	4,80	±	0,60	103,7	±	8,70	24,1	±	10,0	5,30	±	0,90
<b>Descanso 50 min</b>	104,9	±	9,40	19,1	±	4,40	4,30	±	0,50	101,0	±	12,5	22,4	±	8,90	5,20	±	0,90
<b>Descanso 60 min</b>	105,1	±	8,20	16,9	±	3,90	4,10	±	0,60	103,3	±	7,20	20,5	±	8,20	5,10	±	0,90

La tabla 4 nos indica el comportamiento para la tensión arterial sistólica, consumo de oxígeno y el gasto calórico para las pruebas del 55% y 60% de la carga máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo aeróbica incremental. A partir de estos datos se puede deducir que para la tensión arterial sistólica se produce un efecto hipotensor durante la etapa de recuperación el cual se mantienen los valores más

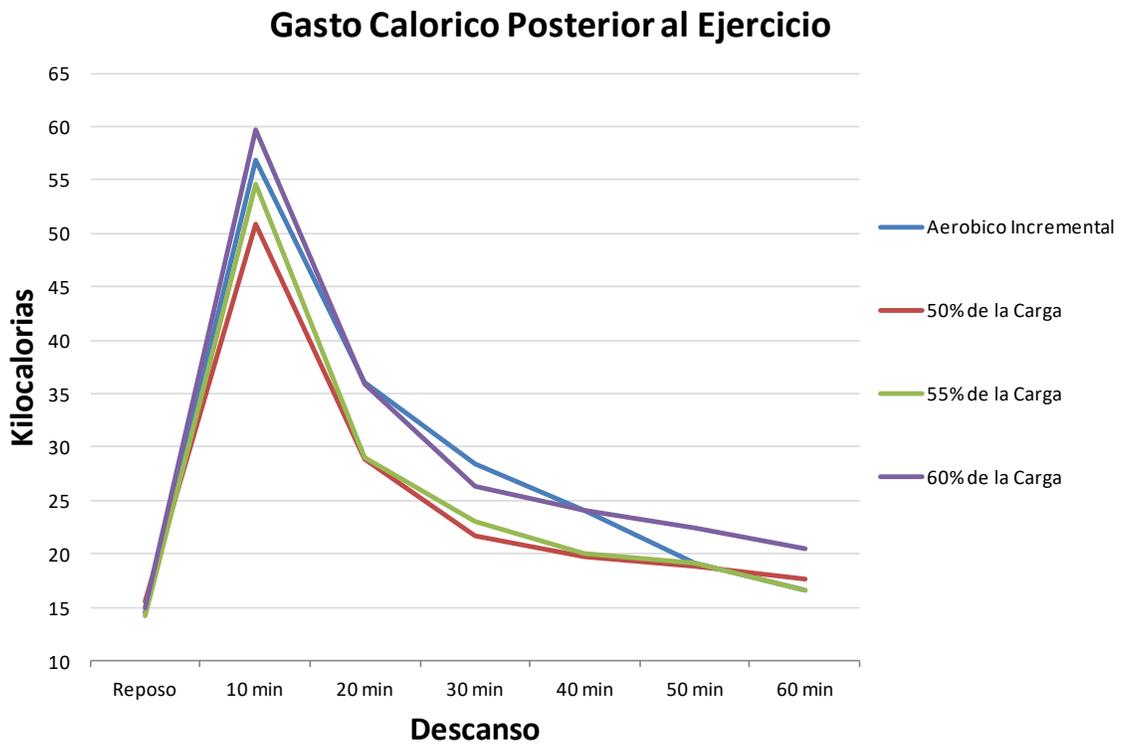
bajos que en la toma de reposo, En cuanto al gasto calórico se puede observar que se sigue quemando un alto porcentaje de kilocalorías durante la etapa de recuperación, reflejando en la última toma (minuto 60 de recuperación), el cual se mantiene aún más alto que el gasto calórico empleado durante los primeros diez minutos de reposo. Y finalmente el consumo de Oxígeno refleja un mismo comportamiento, siendo aún más alto el VO<sub>2</sub> promedio consumido por los sujetos de prueba durante la etapa final, que durante los diez minutos de reposo.

**GRAFICA 1**



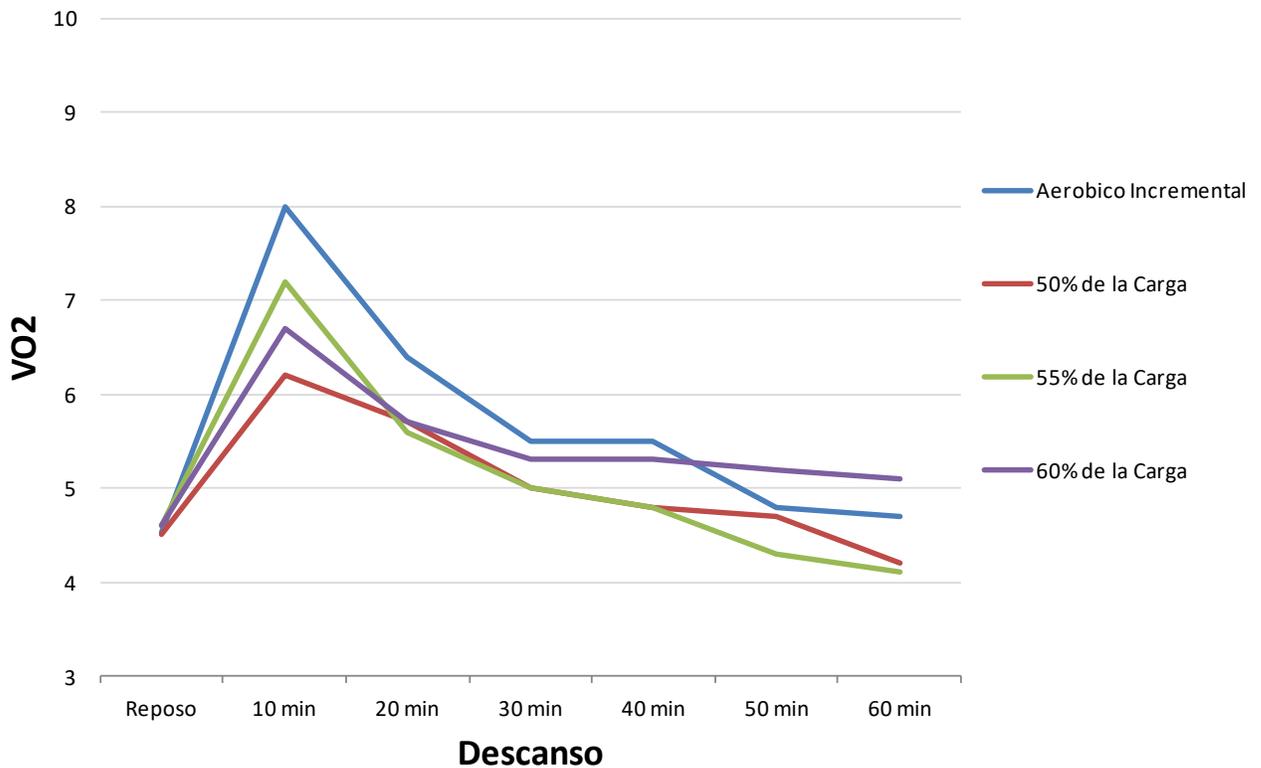
La primera grafica se observa el efecto hipotensor en la tension arterial sistolica para las cuatro pruebas realizadas en la prueba de esfuerzo incremental y al 50, 55 y 60% de los vatios maximos alcanzados, donde se ve reflejado que el efecto hipotensor se mantiene incluso despues de una hora de recuperacion, mantiendo valores muchos mas bajos que en la primera toma; ademas se puede deducir que a mayor grado de esfuerzo en la prueba mayor es el efecto hipotensor durante el trascurso del tiempo de recuperacion, de igual forma se observa que el mayor pico alcanzado por la tension arterial es dependiente del grado de esfuerzo realizado.

**GRAFICA 2**



En la segunda tabla se grafica el comportamiento del gasto calórico durante la prueba, donde se demuestra que las kilocalorías quemadas durante la etapa de recuperación son mayores que las consumidas durante los diez minutos de reposo y que a mayor grado de esfuerzo realizado durante el ejercicio mayor es el gasto calórico durante el transcurso de la etapa de recuperación, siendo esto un reflejo de la importancia de estos ejercicios para la disminución de grasa pos-ejercicio, y que aun con un esfuerzo tan bajo como al 50% de la carga máxima en el minuto 60 de recuperación se siguen quemando más calorías que en el tiempo de reposo.

**GRAFICA 3**  
**Consumo de Oxígeno Posterior al Ejercicio**



En la tercera y última grafica se demuestra el comportamiento del VO2 durante las pruebas realizadas, donde se puede identificar que el consumo de oxígeno durante la etapa de recuperación es mayor que el consumido durante los diez minutos de reposo, y verificando que, a mayor grado de esfuerzo realizado durante el ejercicio, mayor es el consumo durante el transcurso de la etapa de recuperación, siendo esto un reflejo de la importancia de estos ejercicios para la quema de grasa pos-ejercicio.

## **CONCLUSIONES:**

- Es más efectivo realizar las pruebas por intensidad controlada por vatios de la carga máxima movilizada en reemplazo de la frecuencia cardiaca la cual se puede ver afectada por muchos factores (cansancio, estrés, temperatura, falta de sueño, etc.)
- Se verifico que la tensión arterial sufre un efecto hipotensor posterior a diferentes ejercicios aeróbicos en hombres normotensos activos y sanos, incluso después de una hora de seguimiento en la fase de recuperación, identificando que la última medición es aún más baja que la tomada en los diez minutos de reposo.
- El consumo calórico presenta un considerable aumento posterior al ejercicio demostrando que a mayor esfuerzo de actividad mayor es el porcentaje calórico quemado durante la etapa de recuperación, este indicador denota que la aplicación de trabajos de moderada intensidad ayuda al control y seguimiento del porcentaje de grasa corporal.
- Para el VO<sub>2</sub> se establece que el realizar una actividad aeróbica controlada por una carga de trabajo, produce resultados positivos; Debido a que el consumo de oxígeno durante la hora de seguimiento se mantiene mayor a los datos iniciales de la etapa de reposo, lo que nos indica un mejoramiento en la capacidad cardiorrespiratoria de los sujetos de prueba.

## **RECOMENDACIONES:**

- El mecanismo más efectivo para la toma de datos es mantener al sujeto de prueba con la menor influencia externa posible, además en el momento de la valoración primero tomar los datos que no impliquen interacción con el sujeto y después los datos que impliquen un contacto con el mismo, para así dar una mayor confiabilidad al estudio.
- Se sugiere realizar una monitorización más prolongada del tiempo de recuperación con el fin de hallar el momento en que todos los valores analizados se mantienen alterados por los ejercicios aeróbicos en diferentes intensidades.
- Realizar una valoración previa de los candidatos para saber en qué condición física se encuentran, con el fin de seleccionar los sujetos mas óptimos para la ejecución de las pruebas.
- Concertar un horario adecuando con los sujetos seleccionados, teniendo en cuenta posibles sobrecargas por actividades físicas, las cuales alteran el rendimiento y la confiabilidad de los datos obtenidos en las pruebas.